

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 620 986** <sup>(13)</sup> **C1**

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ  
(51) МПК  
**G01B 21/08 (2006.01)**

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: прекратил действие, но может быть восстановлен (последнее изменение статуса:  
28.01.2019)

(21)(22) Заявка: **2016108260**, 09.03.2016(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**09.03.2016**

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **09.03.2016**(45) Опубликовано: **30.05.2017** Бюл. № **16**

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: SU 1557454 A1, 15.04.1990. RU  
2023237 C1, 15.11.1994. US 20090310643 A1,  
17.12.2009. US 7204639 B1, 17.04.2007. SU  
1663428 A1, 15.07.1991. WO 2001025680 A1,  
12.04.2001.

Адрес для переписки:

**620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19,  
УрФУ, Центр интеллектуальной  
собственности, Маркс Т.В.**

(72) Автор(ы):

**Федосов Егор Александрович (RU),  
Гольдштейн Сергей Львович (RU),  
Диомидов Илья Андреевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

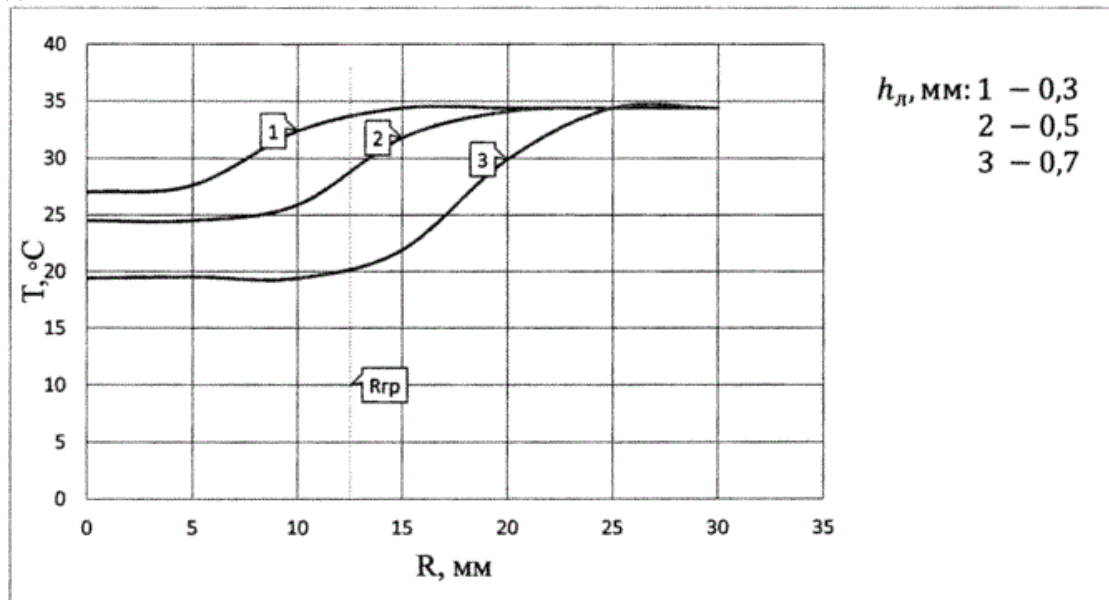
**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Уральский федеральный  
университет имени первого Президента  
России Б.Н. Ельцина" (RU)**

## (54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОЛЩИНЫ ПЛОСКОГО СЛОЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к измерительной технике, а именно к способам определения толщины плоских слоев, преимущественно живых тканей, с использованием их теплофизических свойств и может быть использовано для диагностики новообразований, а именно гемангиом. Суть способа заключается в тепловом воздействии на поверхностный плоский слой живой ткани типа гемангиома с целью определения ее толщины. При этом одностороннее импульсное воздействие на гемангиому тепловым потоком осуществляют путем создания отрицательного теплового потока за счет набора пластин льда, которые последовательно накладывают на гемангиому, после полного таяния каждой пластины убирают влагу, регистрацию изменения температуры на поверхности гемангиомы осуществляют пошагово вдоль выбранного направления, искомую толщину рассчитывают по формуле. Технический результат - объективная идентификация толщины поверхностного слоя с точностью

до 5-10% на живых тканях типа гемангиома. 1 ил.



Фиг. 1

Изобретение относится к измерительной технике, а именно к способам определения толщины плоских слоев, преимущественно живых тканей, с использованием их теплофизических свойств.

Известны аналоги:

1) И.В. Сергеева. Использование взаимодействия теплового импульса с однородной пластиной для неразрушающего контроля [Текст] / Дефектоскопия. - 1984. - №4. - С. 37-42;

2) Способ определения толщины слоя материала, патент РФ №2023237 / В.Д. Корнеев [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.freepatent.ru/patents/2023237>;

3) Способ определения толщины плоского слоя, авт.свид. №1557454 СССР / В.Н.Третьяков [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/155/1557454.html>.

В настоящее время определение толщины живой ткани в основном осуществляется с помощью сканирующих устройств, что требует различных затрат, в том числе трудовых. При этом происходит облучение организма.

Суть способов, представленных во всех аналогах, заключается в тепловом воздействии на металлический плоский слой с целью определения его толщины.

Наиболее близок к предлагаемому решению аналог 3, принятый за прототип. Этот способ служит для определения толщины плоских слоев, преимущественно металлических, с использованием их теплофизических свойств и содержит три приема. Первый прием - воздействие на слой импульсным тепловым потоком. Второй прием - фиксация параметров с использованием процедур: регистрации изменения температуры на одной из поверхностей, при этом регистрацию температуры ведут или во время действия теплового импульса, или после его окончания; определения скорости нагрева поверхности слоя или скорости охлаждения. Третий прием - определение толщины слоя по участку стабильности вспомогательной функции с расчетом по формуле.

Известное решение-прототип обладает недостатком - не отражает особенностей работы на живых тканях, в частности, с новообразованиями типа гемангиом.

Задача изобретения состоит в определении толщины поверхностной опухоли типа гемангиомы неразрушающим способом.

Для решения поставленной задачи предложен следующий способ. Предложенный способ определения толщины плоского слоя, заключающийся в том, что осуществляют одностороннее импульсное воздействие на слой тепловым потоком, постоянным во времени действия импульса и равномерно распределенным по поверхности слоя, регистрируют изменение температуры на поверхности слоя и определяют его толщину с учетом поглощаемого теплового потока и теплоемкости материала слоя, отличающийся тем, что в качестве плоского слоя используют слой живой ткани типа гемангиома, перед односторонним импульсным воздействием на гемангиому тепловым потоком, на нее накладывают копировальный материал, на нем фиксируют контур гемангиомы и из него изготавливают ее копию, находят центр масс копии, определяют направление и расстояние от центра до самой удаленной точки

контура, закрепляют датчик температуры над гемангиомой, одностороннее импульсное воздействие на гемангиому тепловым потоком осуществляют путем создания отрицательного теплового потока за счет набора пластин льда, которые последовательно накладывают на гемангиому, после полного таяния каждой пластины убирают влагу, регистрацию изменения температуры на поверхности гемангиомы осуществляют пошагово вдоль выбранного направления, искомую толщину рассчитывают по формуле:

$$h = \frac{h_{\text{опт}} \cdot \rho_{\text{льда}} \cdot \lambda}{\rho \cdot C \cdot \Delta T_{\text{опт}}},$$

где табличные значения:  $\rho_{\text{льда}} = 0,917 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$  - плотности льда,  $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ ;

$$\lambda = 33 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} - \text{удельной теплоты плавления льда, } \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}; \quad \rho = 1060 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} -$$

плотности гемангиомы,  $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ ;  $C = 3700 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$  - теплоемкости гемангиомы,  $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ ;

и экспериментальные значения:  $h_{\text{опт}}$  - оптимальной толщины льда;  $\Delta T_{\text{опт}}$  - оптимального значения разности температур гемангиомы до и после ее охлаждения, которые выбирают по производному правилу:

оптимальные значения  $h_{\text{опт}}$  и  $\Delta T_{\text{опт}}$  равны шаговым ( $h_i$ ,  $\Delta T_i$ ), если шаговая координата ( $R_i$ ) точки на кривой  $T_i = f(R_i)$ , где производная  $\frac{\partial T}{\partial R} = 0$  совпадает с

границей ( $R_{\text{гр}}$ ) гемангиомы,

где  $R_i$  - расстояние от центра масс до текущей точки, м;

$\left(\frac{\partial T}{\partial R}\right)_i$  - производная функции по расстоянию;

$R_{\text{гр}}$  - расстояние от центра масс до границы контура, м;

$h_i$  -  $i$ -я толщина пластины льда, м;

$\Delta T_i$  -  $i$ -я разность температур до и после охлаждения,  $^\circ\text{C}$ ;

при этом в качестве материала для копии используют эластичный для плотного прилегания и прозрачный для маркировки контура гемангиомы, датчик температуры перемещают в режиме с шагом не менее 5, достаточным для проведения статистического анализа, контур пластин льда повторяет контур гемангиомы, их толщины выбирают из диапазона, соответствующего диапазону значений толщины гемангиомы, количество пластин льда - 5÷9.

Способ определения толщины плоского слоя применяется для живой ткани типа гемангиома, отличающейся температурным градиентом от смежных тканей. На такой температурно-обособленный участок накладывается прозрачный и эластичный материал, при котором будут видны контуры гемангиомы. Производится маркировка по этому контуру, после чего, по данной маркировке, вырезается очертание для копии-заготовки. Сама копия изготавливается из более плотного материала, способного сохранять свою форму при наложении ее на гемангиому. На копии находят центр масс, из которого определяют направление и расстояние до самой удаленной точки контура. После чего закрепляют датчик температуры над гемангиомой и проводят регистрацию температуры до теплового воздействия на живую ткань. При этом регистрацию температуры на поверхности гемангиомы осуществляют пошагово вдоль выбранного направления.

Одностороннее импульсное воздействие на гемангиому тепловым потоком осуществляют путем создания отрицательного теплового потока за счет набора пластин льда разной толщины, контур соприкосновения которых с гемангиомой повторяет контур копии. Толщины пластин льда выбирают из диапазона, соответствующего диапазону значений толщины гемангиомы, количество пластин льда - 5÷9. После полного таяния каждой пластины убирают влагу и сразу проводят пошаговую регистрацию изменения температуры на поверхности гемангиомы вдоль выбранного направления. Необходимо провести не менее 5 регистраций температур, чтобы получить данные для статистического анализа и построения графика.

На фигуре 1 приведены графические зависимости. Обозначения:  $T$  - температура;  $R$  - расстояние;  $h_i$  - толщина льда,  $R_{\text{гр}}$  - расстояние от центра масс гемангиомы до наиболее удаленной точки контура.

Техническим результатом от использования предложенного решения является объективная идентификация толщины поверхностного слоя с точностью до 5-10% на живых тканях типа гемангиома. При этом после теплового воздействия и снятия

откликов восстанавливается исходная температура измеряемого участка, а также сохраняются теплофизические (теплоемкость), геометрические (объем, площадь, контур и выступ гемангиомы) и другие (шероховатость, цвет: значение пигментов меланин и эритема) параметры. Кроме того, не изменяется скорость кровотока до воздействия тепловым потоком и после восстановления температуры гемангиомы, что подтверждено данными УЗИ.

Таким образом, предложенный способ определения толщины плоского слоя с помощью теплового воздействия на поверхностные живые ткани типа гемангиомы позволяет применять его в диагностике таких новообразований. При этом исключается облучение организма и связанные с ним трудовые затраты.

#### Формула изобретения

Способ определения толщины плоского слоя, заключающийся в том, что осуществляют одностороннее импульсное воздействие на слой тепловым потоком, постоянным во времени действия импульса и равномерно распределенным по поверхности слоя, регистрируют изменение температуры на поверхности слоя и определяют его толщину с учетом поглощаемого теплового потока и теплоемкости материала слоя, отличающийся тем, что в качестве плоского слоя используют слой живой ткани типа гемангиома, перед односторонним импульсным воздействием на гемангиому тепловым потоком на нее накладывают копировальный материал, на нем фиксируют контур гемангиомы и из него изготавливают ее копию, находят центр масс копии, определяют направление и расстояние от центра до самой удаленной точки контура, закрепляют датчик температуры над гемангиомой, одностороннее импульсное воздействие на гемангиому тепловым потоком осуществляют путем создания отрицательного теплового потока за счет набора пластин льда, которые последовательно накладывают на гемангиому, после полного таяния каждой пластины убирают влагу, регистрацию изменения температуры на поверхности гемангиомы осуществляют пошагово вдоль выбранного направления, искомую толщину рассчитывают по формуле:

$$h = \frac{h_{\text{опт}} \cdot \rho_{\text{льда}} \cdot \lambda}{\rho \cdot C \cdot \Delta T_{\text{опт}}},$$

где табличные значения:

$$\rho_{\text{льда}} = 0,917 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \quad - \text{плотности льда, } \frac{\text{кг}}{\text{м}^3};$$

$$\lambda = 33 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \quad - \text{удельной теплоты плавления льда, } \frac{\text{Дж}}{\text{кг}};$$

$$\rho = 1060 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \quad - \text{плотности гемангиомы, } \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}; \quad C = 3700 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \quad - \text{теплоемкости гемангиомы, } \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{K}};$$

и экспериментальные значения:  $h_{\text{опт}}$  - оптимальной толщины льда;  $\Delta T_{\text{опт}}$  - оптимального значения разности температур гемангиомы до и после ее охлаждения, которые выбирают по производционному правилу:

оптимальные значения  $h_{\text{опт}}$  и  $\Delta T_{\text{опт}}$  равны шаговым ( $h_i$ ,  $\Delta T_i$ ), если шаговая координата ( $R_i$ ) точки на кривой  $T_i = f(R_i)$ , где производная  $\frac{\partial T}{\partial R} = 0$  совпадает с

границей ( $R_{\text{гр}}$ ) гемангиомы,

где  $R_i$  - расстояние от центра масс до текущей точки, м;

$\left(\frac{\partial T}{\partial R}\right)_i$  - производная функции по расстоянию;

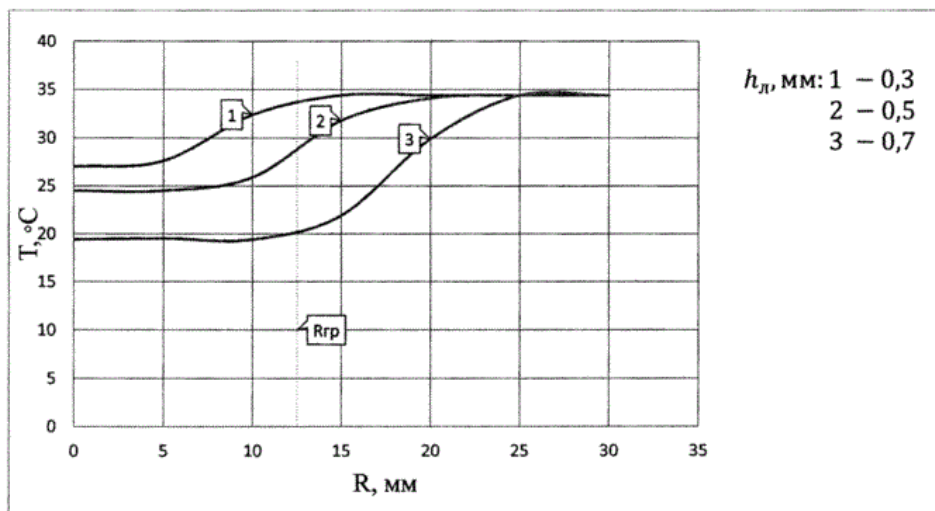
$R_{\text{гр}}$  - расстояние от центра масс до границы контура, м;

$h_i$  -  $i$ -я толщина пластины льда, м;

$\Delta T_i$  -  $i$ -я разность температур до и после охлаждения,  $^\circ\text{C}$ ;

при этом в качестве материала для копии используют эластичный для плотного прилегания и прозрачный для маркировки контура гемангиомы, датчик температуры перемещают в режиме с шагом не менее 5, контур пластин льда повторяет контур гемангиомы, их толщины выбирают из диапазона, соответствующего диапазону значений толщины гемангиомы, количество пластин льда - 5÷9.

## Способ определения толщины плоского слоя



Фиг. 1

## ИЗВЕЩЕНИЯ

**ММ4А Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе**

Дата прекращения действия патента: **10.03.2018**

Дата внесения записи в Государственный реестр: **22.01.2019**

Дата публикации и номер бюллетеня: [22.01.2019](#) Бюл. №03

